

Entrega 3

Natalia Balcázar Mosquera
María Camila Tonuzco Montes
Jhoan Alberto Chacón Varela
Santiago Estrada Bernal

ENTREGA 3

Yeison Javier Montagut Ferizzola

Universidad EIA
Envigado, Antioquia
Ingeniería Mecatrónica
14/08/2024

1. Necesidades del Usuario

Con el fin de crear un producto final que sea exitoso y cumpla con todos los requerimientos, es necesario asegurar que el diseño se enfoque en las necesidades del cliente. Para esto, primero es importante delimitar nuestro grupo de interés para los clientes y el alcance general para el proyecto. Se redacta entonces la declaración de la misión, en la cual se define grosso modo la dirección hacia la que va el proyecto., como se ilustra en la tabla 1.

| Declaración de la misión: Proyecto Hovercraft | |
|---|---|
| Descripción del producto | <ul style="list-style-type: none">• Hovercraft diseñado para moverse tanto en agua como en tierra. |
| Propuesta de valor | <ul style="list-style-type: none">• Tenga generación limpia de energía.• Sea maniobrable para esquivar obstáculos y estallar globos |
| Metas clave | <ul style="list-style-type: none">• Correcto funcionamiento durante la competencia.• Cumplir con los requerimientos de seguridad. |
| Mercado primario | <ul style="list-style-type: none">• Competencia de hovercrafts |
| Suposiciones | <ul style="list-style-type: none">• Controlado por radiocontrol.• De dimensiones mínimas de base (30cm ancho x 45cm de largo).• Hermeticidad de los elementos críticos. |
| Involucrados | <ul style="list-style-type: none">• Participantes de la competencia.• Grupo de jueces de competencia.• Proveedores de componentes electrónicos. |

Las necesidades del usuario son los datos sin procesar que fueron entregados en las directrices del proyecto, los cuales son: garantizar la flotabilidad, tener una base de mínimo 30cm de ancho y 45cm de largo, procurar la hermeticidad de los elementos críticos, seguridad frente a la rotación de la hélice, producir energía a partir de fuentes renovables, no tener más

de un 30% del peso del vehículo impreso en PLA, capacidad para maniobrar con el fin de cumplir los retos de la competencia, ser estéticamente atractivo.

Adicionalmente, el usuario necesita que el hovercraft sea viable en un ambiente en particular: el lago de la universidad EIA. Este cuerpo de agua tiene una temperatura entre las 10:00 y las 13:00 de entre 15°C y 22°C, registrando las mayores temperaturas en las orillas. Además, las dimensiones incluyen una longitud máxima de 110m y un ancho de entre 20m y 40m. Estas medidas se obtuvieron con la herramienta de medición de GoogleMaps.

2. Requerimientos del Producto

A partir de la delimitación del grupo de interés del usuario, y las necesidades de este, podemos definir los requerimientos básicos del producto, tomando a consideración el alcance delimitado en la declaración de misión, los requerimientos del producto se pueden separar en

2.1. Componentes Mecánicos

- Propela: acopada al motor y protegida por una jaula de seguridad para evitar accidentes
- Cuerpo: construcción en materiales como MDF, acrílico, o algún polímero de fácil moldeado.
- Falda: uso de tela impermeable para garantizar flotabilidad.
- Zona impermeabilizada para componentes electrónicos.

2.2. Componentes Electrónicos

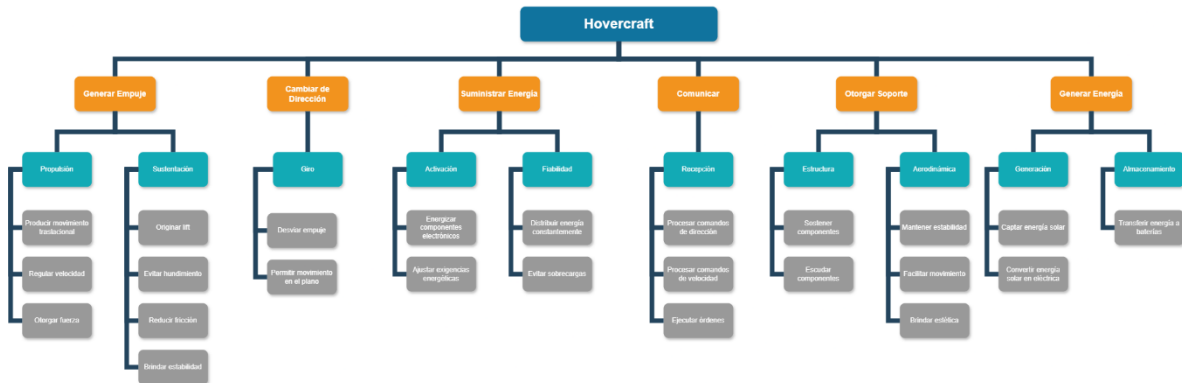
- Motor de elevación: debe tener un empuje mayor al peso total del hovercraft.
- Motor de propulsión: debe generar suficiente empuje para mover el hovercraft a una velocidad mínima de 3 m/s en condiciones de carga máxima.
- Microcontrolador: donde se programará todo el sistema de control.
- Receptor: recibe señales del control.
- Control: controla los movimientos en los grados de libertad del hovercraft.

Para garantizar la viabilidad del proyecto, es esencial establecer un sistema de retroalimentación constante entre los diseñadores y los usuarios finales. Esta comunicación asegurará que cualquier cambio en las especificaciones o en las condiciones de uso del hovercraft pueda ser incorporado de manera efectiva en el proceso de diseño, evitando retrasos y asegurando que el producto final cumpla con las expectativas y requisitos definidos desde el inicio.

3. Funciones

Las funciones del hovercraft incluyen las básicas: generar propulsión, producir sustentación, cambiar de dirección, suministrar energía, comunicar y otorgar soporte. Adicionalmente, el reto incluye la función de *generar energía*, cuya restricción es que debe ser renovable. La figura 1, a continuación, muestra la arquitectura funcional.

Figura 1. Arquitectura funcional del hovercraft



Para mayor detalle, clic [aquí](#).

La arquitectura funcional del hovercraft se concibe como una interconexión de sistemas diseñados para cumplir funciones específicas. El sistema de propulsión, compuesto por ventiladores y motores, genera la fuerza ascendente necesaria para elevar el vehículo y los motores de propulsión que lo impulsan hacia adelante. El sistema de energía, a su vez, suministra la energía necesaria para operar todos los componentes. El sistema de comunicación permite la interacción entre los diferentes componentes internos del hovercraft y con un operador remoto a través de radio control o sistemas de comunicación inalámbrica.

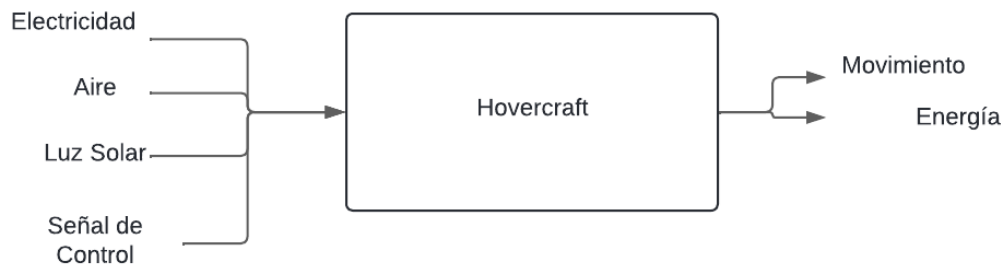
Es importante destacar que esta arquitectura es una propuesta inicial y puede ser adaptada y refinada en función de las características específicas del proyecto. Factores como la seguridad, la estabilidad, el mantenimiento y la ergonomía deben ser considerados en el diseño final.

4. Diagramas de Caja

4.1. Caja Negra

En su mayor abstracción, el hovercraft es un sistema al que entra una cantidad de masa de aire, dos tipos de energía, eléctrica y solar, y una señal de control. Esto activará un proceso interno que producirá como salida otros dos tipos de energía, mecánica y química. Grosso modo, la energía eléctrica que da la batería al sistema eléctrico será usada para tomar el aire del entorno y generar empuje vertical (sustentación) y horizontal (propulsión). Adicionalmente, se toma la energía solar y se convierte en energía química al almacenarla en una batería.

Figura 2. Caja negra del hovercraft

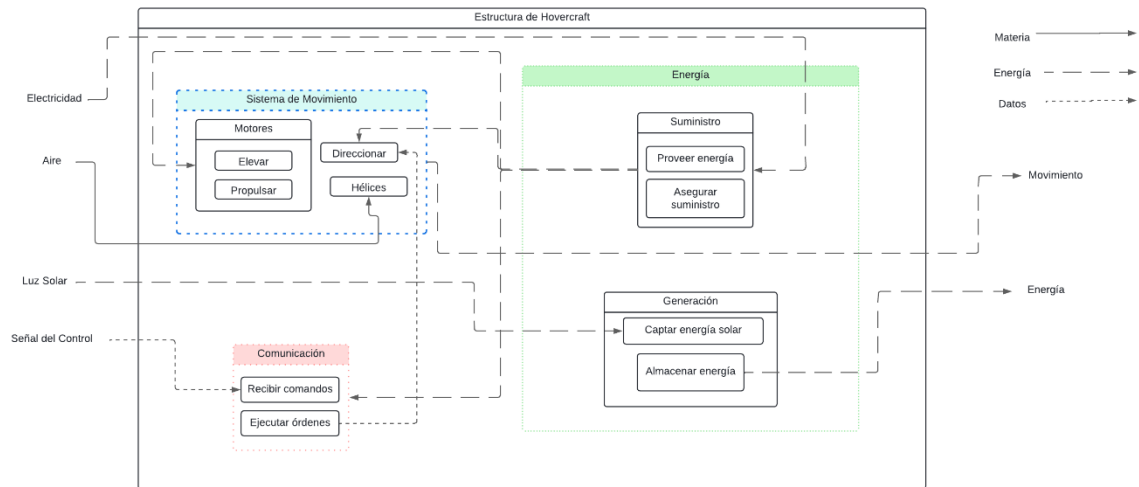


4.2. Caja Transparente

Con un mayor detalle, la figura 3 muestra el proceso interno con mayor detalle. Se observa que las mismas cuatro entradas generan el movimiento y la recolección de energía solar. Ahora, interacciones internas del hovercraft facilitan la comprensión del sistema a diseñar. El subsistema de energía se encarga de energizar todos los componentes de movimiento y comunicación. La señal de control es interpretada por el subsistema de comunicación, quien ordena al sistema de movimiento a elevar, impulsar y direccionar el hovercraft, con ayuda del aire circundante que tiene interacción directa con las hélices.

En cuanto a la recolección de energía, esta se puede representar como una parte de subsistema de energía con sus propios componentes. Allí, se aprecia que la luz solar interactúa directamente con la función de captar energía. Esta se almacena y se convierte en un *output* inmediatamente.

Figura 3. Caja transparente del hovercraft



Para mayor detalle, clic [aquí](#).

5. Matriz Morfológica

Existen diversas combinaciones que pueden converger en un producto final que cumpla con todos los requerimientos y funciones que se han establecido para nuestro hovercraft. Es por ello por lo que, fueron realizadas matrices morfológicas para los sistemas de:

- Estructura y movimiento.
- Energía.
- Comunicación.

Los elementos y piezas plasmados en estas matrices pueden ser combinados de diversas maneras entre sí, con el objetivo de llegar a la solución más óptima.

Figura 4. Matriz morfológica para el sistema de estructura y movimiento

| Estructura y movimiento | | | |
|---|---|--|---|
| Función | 1 | 2 | 3 |
| Propulsar helice de empuje |  |  |  |
| Propulsar vehículo |  |  |  |
| Llenar bolsa de aire |  |  |  |
| Dar soporte al chasis |  |  |  |
| Otorgar resistencia y flexibilidad a la falda |  |  |  |

Figura 5. Matriz morfológica para el sistema de energía.










| Sistema de energía | | | |
|--------------------|---|---|--|
| Función | 1 | 2 | 3 |
| Energizar vehículo | Bateria Lipo 11.1v 2200mah 30c  | Bateria LiPo 4000 mAh 11.1V 30C  | Bateria lipo 11.1 V 5000 mAh 50 C  |
| Generar energía | PANEL SOLAR 6V/3W  | PANEL SOLAR 6V/3W  | PANEL SOLAR 6V/3W  |
| Cargar batería | Módulo Control De Carga  | Módulo control de carga Tp4056  | Módulo control de carga Tp4056  |

Figura 6. Matriz morfológica para el sistema de comunicación.

| Comunicación | |
|------------------|---|
| Función | 1 |
| Otorgar órdenes | control de 4 canales  |
| Recibir órdenes | Receptor de 4 canales  |
| Ejecutar órdenes | ESC 30A  |

Para algunas funciones sólo fue considerada una opción, esto fue para minimizar costos debido a que ya disponemos de los elementos que realizarán estos trabajos. Por otro lado, una matriz morfológica adicional fue realizada para facilitar el proceso de calificación y selección de aquellas funciones que disponen de varios elementos, como puede verse en la

Fig. 7, donde características como el costo, dimensiones y peso son plasmadas para compararlas entre si y seleccionar aquellos elementos más convenientes.

Figura 7. Matriz morfológica detallada para los sistemas de estructura y movimiento y de energía.

| Sistema de estructura y movimiento | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|---------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-----------|-----------|--|
| Función | Nombre | Costo | Diámetro | Paso | Empuje | Vibración | Velocidad | Links |
| Propulsar vehículo | Helice 3 palas 11"x6" | \$ 65.500 | 28 cm | 6" | Alto | Baja | Media | Hélice 11 x 6 de 3 Palas Nitro o Eléctrico - MASTER AIRSCREW - Zona Hobbies Colombia |
| | Helice 2 palas 1045 | \$ 15.000 | 25 cm | 4,5" | Medio | Alta | Alta | Helice Motor Brushless 1045 (bigtronica.com) |
| | Helice 2 palas 9450 | \$ 11.000 | 23 cm | 5" | Medio | Alta | Alta | Helice Motor Brushless 9450 (bigtronica.com) |
| Dar soporte al chasis | Nombre | Costo | Complejidad de piezas | Tiempo de producción | Peso | | | |
| | MDF | Bajo | Baja | Bajo | Bajo | | | |
| | Impresión 3D | Alto | Alta | Alto | Alto | | | |
| | Impresión 3D y MDF | Medio | Alta | Medio | Medio | | | |
| Resistencia y flexibilidad falda | Nombre | Costo | Resistencia | Peso | | | | |
| | Tela impermeable | \$ 4.000 x m | Baja | Bajo | | | | |
| | Tela Satin | \$ 8.000 x m | Media | Medio | | | | |
| | Lona | \$ 15.000 x m | Alta | Alto | | | | |
| Sistema de Energía | | | | | | | | |
| Función | Nombre | Costo | Amperaje | Voltaje | Factor Descarga | Peso | | Link |
| Energizar vehículo | CNHL 2200MAH 11.1V | \$ 82.000 | 2200 mAh | 11,1V | 30 C | 165 gr | | Batería CNHL 2200mAh 11.1V 3S 30C Lipo con XT60 (tecnohobbiesdeleje.com) |
| | Goldbat 11.1v5000mah | \$ 179.000 | 5000 mAh | 11,1V | 50 C | 457 gr | | Goldbat 11.1v5000mah 3s 50c Lipo Rc Batería Hard Case Pack 1 MercadoLibre |
| | TURNIGY 4000 mAh 11.1V | \$ 313.000 | 4000 mAh | 11,1V | 30 C | 347 gr | | Batería LiPo TURNIGY 4000 mAh 11.1V 30C (elstronica.com) |
| Cargar batería | Nombre | Costo | Corriente de carga máxima | Voltaje entrada | Carga máxima de batería | Peso | | Link |
| | Módulo TP4056 | \$ 3.500 | 1 Amp | 5 V | 3.7V | 10 gr | | Cargador TP4056 (bigtronica.com) |
| | Módulo XHM604 | \$ 32.000 | 30 Amp | 6 - 60 V | 48 V | 70 gr | | Módulo Control De Carga DCS-60V Para Baterías XHM604 - Suconel S.A. |

Para mayor detalle, pulse [aquí](#)

Conceptos y Calificación

El concepto se define como una descripción clara y concisa de cómo el producto va a satisfacer las necesidades del cliente. Para formular correctamente este concepto, es esencial identificar el problema general y descomponerlo en subproblemas más manejables.

Existen dos enfoques para descomponer un problema: una secuencia de acciones o las necesidades clave del usuario. Dado que el diseño de un aerodeslizador es un proceso complejo, nos centraremos en descomponerlo según las necesidades del usuario.

En primer lugar, es crucial asegurar un suministro constante de energía al sistema para alimentar los motores, permitir el movimiento del aerodeslizador y garantizar la sustentación de este. Una vez garantizado el movimiento, el siguiente paso es asegurarse de que el aerodeslizador pueda recibir y ejecutar comandos, como el sistema de dirección.

Finalmente, es importante considerar la capacidad del aerodeslizador para captar y almacenar energía solar.

Partiendo de la matriz morfológica y de los elementos proporcionados por la universidad para la elaboración del proyecto, podemos centrar nuestra atención en el problema de la sustentación. Más concretamente, debemos enfocarnos en el material que proporcionará flexibilidad a la falda. Puesto que, según investigaciones previas, se han identificado los elementos más adecuados para asegurar tanto el suministro de energía como el inflado eficiente de la falda.

Para la formulación de conceptos, nos centraremos en las matrices morfológicas de Estructura y movimiento y la matriz de energía, puesto que la matriz de comunicación está hecha en base de elementos proporcionados por la universidad.

Figura 8. Generación de conceptos a partir de matriz morfológica

| Estructura y movimiento | | | |
|---|---|---|---|
| Función | 1 | 2 | 3 |
| Propulsar hélice de empuje | | | |
| Propulsar vehículo | | | |
| Llenar bolsa de aire | | | |
| Dar soporte al chasis | | | |
| Otorgar resistencia y flexibilidad a la falda | | | |

| Sistema de energía | | | |
|--------------------|---|---|---|
| Función | 1 | 2 | 3 |
| Energizar vehículo | | | |
| Generar energía | | | |
| Cargar batería | | | |

5.1. Conceptos

Para cada una de las posibles combinaciones se contará con el mismo tipo de motores, ventilador de refrigeración y paneles solares.

1. Para el primer concepto (azul), contamos con hélices Brushless 1045, impresión en 3D para el chasis, tela impermeable para la falda, batería LiPo 2200 mAh 11.1 V 30 c para energizar el hovercraft y un módulo de carga.
2. Para el segundo concepto(rojo), contamos con hélices de 3 palas 11x6, una construcción en MDF para el chasis, tela en satín para la falda, batería LiPo 4000 mAh 11.1 V 30c para energizar el hovercraft y un módulo de control de carga Tp4056.
3. Para el tercer concepto(verde), contamos con hélices Brushless 9450, impresión 3D + MDF para el chasis, lona de 1.5 mm para la falda, batería LiPo 5000 mAh 11.1 V 50c para energizar el hovercraft y un módulo de carga Tp4056.
4. Para el cuarto concepto(morado), contamos con hélices Brushless 1045, impresión 3D + MDF para el chasis, una batería LiPo 2200 mAh 11.1 V 30c para energizar el hovercraft y un módulo de carga.

Para la calificación de conceptos y la elección **óptima de este, inicialmente se realizarán pruebas con los diferentes tipos de materiales para la falda, teniendo en cuenta factores como resistencia y peso. Además, se validará con el docente qué tipo de material es más útil para la elaboración del proyecto.**



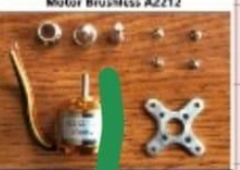








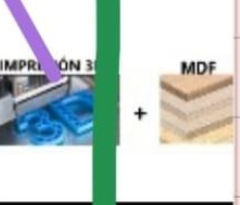



6. Conclusión

Finalmente, la elección del concepto mas optimo para la elaboración del hovercraft es el concepto número 4, el cual está compuesto por un Motor Brushless A2212, Helices Brushless 1045, un Ventilador de refrigeración PFR0812DHE , Bateria Lipo 11.1v 2200mah 30c, paneles solares de 6v/3w , módulo de carga, y para la elaboración del chasis se usará una combinación de MDF e impresión 3D, minimizando el uso de la impresión 3D en sectores que requieran mayor precisión y seguridad, como la base del motor. Esto se debe al peso limitado con el que se cuenta para el hovercraft y al tiempo de elaboración que este requiere. Además, para el material de la falda se realizarán pruebas de flexibilidad y resistencia antes de tomar una decisión.

La elección de cada uno de los elementos fue en base a criterios como:

- Disponibilidad.
- Costo.

- Tiempo de elaboración.
- Relación costo/ funcionalidad.

| Estructura y movimiento | | | |
|---|--|---|---|
| Función | 1 | 2 | 3 |
| Propulsar helice de empuje |  |  |  |
| Propulsar vehículo |  |  |  |
| Llenar bolsa de aire |  |  |  |
| Dar soporte al chasis |  |  |  |
| Otorgar resistencia y flexibilidad a la falda |  |  |  |